Biopterre
Innovateur de nature

BIOCHAR
LA RÉALITÉ QUÉBÉCOISE







VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

BIOCHAR, LA RÉALITE QUÉBECOISE

CONFÉRENCE INTERNATIONNALLE SUR LE BIOCHAR : MISSION ITALIE, AOÛT 2017
« BIOCHAR : PRODUCTION, CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS »

TABLE DES MATIÈRES

- Le Congrès
- Industrie de la pyrolyse et de la production de biochar
- Portrait québécois
- Aspects légaux
- Finalités et limites des marchés des biochars
- L'essor des biochars agricoles
- Tendances et innovations dans le domaine du biochar



Biopterre
Innovateur de nature

LE CONGRÈS :

- ALBA, ITALIE : 1er congrès du genre
- Environ 65 participants principalement des universitaires
- 17 pays représentés (Europe et Amérique du Nord)
- Environ 50 présentations et 15 posters
- Le prochain congrès aura lieu à Wilmington, DE, USA, en août 2018

Pourquoi être présent ?

- Industries de la pyrolyse et de la production de biochar en croissance
- Important volume de matières premières disponibles
- Volonté d'être à l'affut de la R&D au plan international pour les industries d'ici

Les constats du congrès :

Industrie de la pyrolyse et de la production de biochar

- Différence de volume en matières premières disponibles entre l'Europe et le Canada, problème de faible volume disponible en Europe
- Problème international de disponibilité de volume homogène de biochar

Aspects légaux

- Pas d'homogénéité au plan international des cadres légaux applicables

Finalités et marchés des biochars

- Une filière de production avant tout pour régler des problèmes de disposition de matières organiques résiduelles (MOR)

Limites au développement de la filière

- Problème évident de caractérisation : besoin de méthodes standardisées et de laboratoires accrédités

Tendances et innovations

- Europe, manque de volume de MOR ▸ développement de traitements post-pyrolyse pour biochar à valeur ajoutée sur des marchés spécifiques (adapté à la filtration d'eau potable, composé carboné de haute performance, etc.) ,
- Amérique du Nord, important volume de MOR disponibles ▸ développement de valorisation directe de biochar à faible valeur ajoutée.

Pour faire avancer la filière du biochar, il importe maintenant de susciter des consensus internationaux sur la caractérisation et les cadres législatifs associés.

Participants du Congrès
Biochar 2017 à Alba
en Italie



INDUSTRIE DE LA PYROLYSE ET DE LA PRODUCTION DE BIOCHAR



Photo 1 : Huile pyrolytique

La pyrolyse

La pyrolyse est un procédé de conversion thermochimique par chauffage (> 250 °C) dans un environnement exempt ou pauvre en oxygène pour prévenir la combustion du matériel. Ces matériaux proviennent le plus souvent de MOR sans ou avec très peu de valeurs ajoutées, tels les résidus agricoles ou forestiers. Ce procédé génère 3 coproduits qui sont les huiles pyrolytiques (coproduit liquide, Photo 1), le syngaz (coproduit gazeux) et le biochar (coproduit solide) (Photo 2). Initialement développée à des fins énergétiques, cette industrie commence à diversifier ses produits et leurs utilisations.

Il existe différents types de pyrolyse en fonction de l'augmentation de la température : la **torréfaction**, la **carbonisation** ou la **gazéification.**

Plus la température est élevée, plus la transformation thermochimique est intense et plus le rendement en huile et gaz augmente alors que celui en biochar diminue.

Pour la production de biochar, la torréfaction et la carbonisation sont privilégiées alors que la gazéification est essentiellement destinée à la production d'huile pyrolytique et de syngaz.



Photo 2 : Biochar

Les coproduits de la pyrolyse et leurs voies de valorisation

Les **huiles pyrolytiques** sont obtenues par condensation des vapeurs générées lors du processus de thermotransformation. Elles se présentent sous forme de liquide brun foncé corrosif et se polymérise facilement. Généralement ces huiles sont instables car composées de 3 phases : l'eau, l'huile dite légère (wood vinegar) et l'huile dite lourde s'apparentant à du bitume. Ces phases se composent d'un mélange de nombreuses molécules, telles que des alcools, des acides, des aldéhydes, des phénols, etc. Ces huiles font l'objet de plusieurs recherches pour leur intérêt énergétique principalement en tant que biocarburant, ou pour le développement de produits biosourcés (biolubrifiant, biocide, colle, etc.).

Le **syngaz** produit lors du processus est principalement composé de gaz contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, tels que CO, CO_2, CH_4, et sont généralement réutilisés dans le système de pyrolyse pour produire de la chaleur et éventuellement sécher la biomasse entrante.

Le **biochar,** qui s'apparente au charbon fossile, se présente sous forme de fragments gris-noir, légers, poreux et riche carbone (> 60 %). Différentes caractéristiques variables du biochar, telles que sa surface spécifique, ses propriétés chimiques de surface ou encore son taux de carbone, font de lui une matière polyvalente. Ainsi, le biochar peut être utilisé pour de nombreuses applications (énergétique, agricole, métallurgie, sidérurgie, composants plastiques, ciment, filtration, etc.). Cependant la variabilité des propriétés des biochars en lien avec les caractéristiques recherchées pour chaque application spécifique demeure un vrai casse-tête pour l'industrie.

Et si on pyrolysait des plastiques?

D'autres résidus riches en carbone, tels que les plastiques, les caoutchoucs, les boues résiduelles, etc., peuvent également être pyrolysés mais ne peuvent pas se prévaloir du préfixe bio. En effet, pour se prévaloir du terme biochar, le coproduit solide doit être issu seulement de matières organiques non contaminées et présenter un taux de C minimal de 60 %.

PORTRAIT DE L'INDUSTRIE QUÉBÉCOISE DE LA PYROLYSE ET DE LA PRODUCTION DE BIOCHAR : UNE FILIÈRE QUI ÉVOLUE ET SE DÉVELOPPE

Au Québec, l'industrie de la pyrolyse et de la production de biochar connait un certain essor depuis une dizaine d'années. Tout d'abord, au niveau des technologies de pyrolyse à gros volumes, plusieurs entreprises et consortiums opèrent à l'échelle industrielle (tableau 1), assurant ainsi l'approvisionnement du marché d'un certain volume de biochar. Ensuite, plusieurs PME ont développé des technologies performantes pour la pyrolyse de plus faibles volumes de MOR, permettant une plus grande versatilité et une diversité de biochars pour des marchés de spécialité. Enfin, l'offre en biochar est complétée au Québec par l'industrie du charbon à barbecue cherchant à valoriser les particules fines coproduites lors du procédé de torréfaction. Ainsi, contrairement à ce qui a été présenté en Italie, la filière de production de biochar québécoise se construit et se structure petit à petit, allant vers la sécurisation des volumes homogènes nécessaires au développement de marchés pour la valorisation de ce coproduit.

Figure 1 : Utilisation des coproduits de pyrolyse validée ou faisait l'objet de recherche

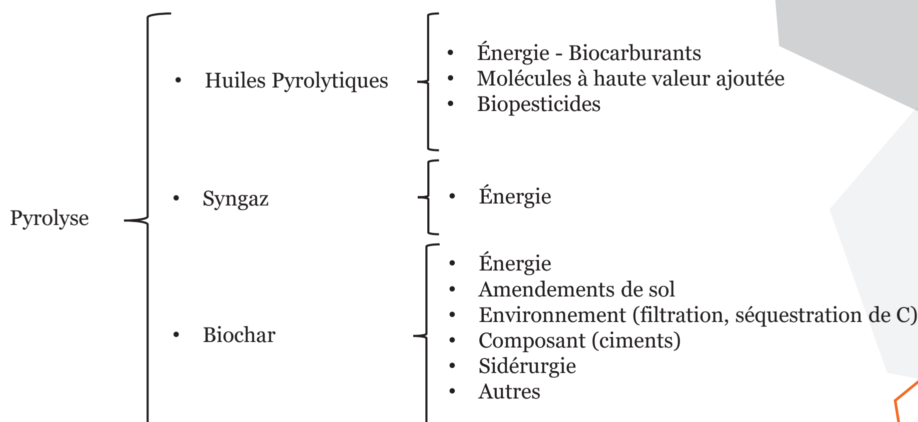


Tableau I : Exemples d'entreprises et d'organisation œuvrant en pyrolyse au Québec

	Entreprise ou Organisation	Capacité de production	Coproduit principal	Statut	Finalité des recherches
Équipementiers	Airex Énergie	+++	Biochar	En marché	s. o.
	Thermotech Combustion	+	Biochar	En développement	s. o.
	Award Caoutchouc	+	Biochar	En marché	s. o.
	Abritech	++	Huile	En marché	s. o.
Producteurs	Charbon de bois franc Basques	++	Biochar	En marché	s. o.
	Charbon de bois feuille d'érable	++	Biochar	En marché	s. o.
	Arbec - Remabec	+++	Huile	En développement	s. o.
	Carboniq	+++	Biochar	En développement (2019)	s. o.
Centres d'expertise	Biopterre	+	Biochar	R&D	Agriculture, horticulture, environnement, **inoculation de microorganismes**
			Huile		Agriculture, horticulture, biocides
	Agrinova	+	Biochar	R&D, en développement (Automne 2018)	Agriculture, horticulture, aggradation des sols
			Huile		Agriculture, horticulture, insecticides, fongicides
	CRIQ/IRDA	+	Biochar	R&D	Agriculture
			Huile	R&D	Énergie, biocides
	CTRI	+	Biochar	R&D	Revegétalisation minière
	Innofibre	+	Biochar	R&D	Produits biosourcés, matériaux avancés
	SEREX	+	Biochar	R&D	Énergie, absorbant de déversement
			Huile		Énergie, biocides et produits chimiques

s. o. : sans objet; +, ++, +++ capacité de production de la moins élevée à la plus élevée

ASPECTS LÉGAUX : L'ÉNERGIE ET L'AGRICULTURE SE DÉMARQUENT

À l'international

Comme il a été mentionné en Italie, les aspects légaux ne sont pas uniformisés internationalement. Bien que des organisations comme l'International Biochar Initiative (IBI) ou l'European Biochar Certificate (EBC) aient émis des recommandations sur les propriétés physico-bio-chimiques servant à définir les biochars, ces ***organisations n'ont aucune valeur légale***. Un consensus international pour définir et caractériser les biochars en fonction de leurs utilisations doit donc être mis en place.

Le Canada s'organise

Au Canada, certaines normes et aspects légaux ont déjà été définis, et ce, particulièrement pour les biochars destinés à une utilisation agricole et/ou horticole.

Pour le marché énergétique, aucune instance gouvernementale n'a pour le moment légiféré sur ce combustible. Cependant, les normes de cette industrie, comme la norme ISO/TS 17225-8:2016, posent les bases et proposent des analyses de caractérisations requises pour que les producteurs qualifient leurs biochars pour ce marché. Ces normes permettent de déterminer, entre autres, les classes de qualité des biocombustibles solides produits à partir de biomasses traitées thermiquement.

Dans le domaine agricole, la réalité est toute autre. En effet, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), l'instance gouvernementale responsable des aspects législatifs et des enregistrements d'intrants agricoles, considère le biochar comme un supplément soumis à la *Loi sur les engrais*. Afin de se conformer aux exigences en termes de réglementation, l'ACIA exige tout d'abord que la biomasse initiale soit issue de ***biomasses forestières*** uniquement. Donc, toutes les autres MOR (agricoles (coton de maïs, paille, fumiers), agroalimentaires, etc.) ne peuvent être utilisées pour la production de biochar agricole et/ou horticole. Le biochar doit de plus respecter certaines normes de conformité quant à son contenu en métaux, en dioxines et en furanes. Ces exigences de conformité concernant les contaminants possibles viennent donc poser les bases pour la caractérisation de biochars agricoles au Canada.

Enfin, dans ce système, **chaque biochar est considéré comme un nouveau supplément, et doit donc être enregistré indépendamment**. Depuis plusieurs années, Biopterre accompagne les entreprises le désirant dans ce processus. Selon notre expertise :

- un nouvel enregistrement auprès de l'ACIA prend environ 18 mois;
- les couts minimums associés sont d'environ 4 000 $, incluant les frais d'enregistrement auprès de l'ACIA et les analyses obligatoires.

À notre connaissance, seulement 5 suppléments à base de biochar ont été enregistrés à ce jour en vertu de la *Loi sur les engrais* (Tableau II).

Tableau II : Suppléments actuellement enregistrés et commercialisables au Canada comme biochars agricoles

Nom du produit	Entreprise	Analyses garanties
AIRTERRA BIOchar - BIOchar SOIL SUPPLEMENT SOLUTION	AirTerra inc. (AB)	100 % biochar; 70 % carbone; 25 % cendres
BIOchar NOW - IBI CLASS 1	The Prasino Group (AB)	100 % biochar; 75 % à 85 % carbone; 0,5 % à 1,5 % cendres
DIACARBON - BIOchar	Diacarbon Energy Inc. (CB)	80 % carbone; 5 % cendres
HALIBURTON FOREST & WILD LIFE RESERVE LTD. - HALIBURTON FOREST BIOchar	Haliburton Forest and Wild Life Reserve LTD. (ON)	Pyrolyse de sciure d'érable à sucre 100 % (ACER SACcharUM); 70 % carbone ; 8 % cendres
MAYAN GOLD Â® - BIOchar SOIL ENHANCER	Titan Clean Energy Products Corporation (SK)	100 % biochar; 75 % carbone; 15 % cendres
BiocharFX	Airex Énergie (QC) (en cours de processus de certification)	100 % biochar fabriqué par pyrolyse de bois propre, carbone (min.) 60 %, cendres (max.) 15 %; azote (max.) 1 %

Actuellement, ce cadre législatif fait l'objet d'une réflexion afin d'alléger le processus de certification. À moyen terme, il devrait donc être plus aisé de trouver du biochar règlementé en quantité et qualité suffisamment intéressantes pour qu'un marché d'envergure se développe.

Biopterre continuera à assurer une veille sur les aspects légaux pour soutenir le développement des entreprises et les assister dans ces processus d'enregistrement et de commercialisation des biochars agricoles.

Spécificités québécoises

Au Québec, l'utilisation agricole des biochars commence à se définir. Ainsi, dans le nouveau Règlement sur les matières résiduelles fertilisantes (MRF) soumis à la *Loi sur la qualité de l'environnement*, qui est en cours de révision auprès du MDDELCC, le terme biochar obtient enfin une définition officielle, sans spécification concernant les MOR utilisées pour sa fabrication. Toutefois, le nouveau règlement, tel que présenté dans la Gazette officielle du Québec (2018), n'inclut aucune recommandation agronomique associée à l'application de biochar en agriculture. Ceci souligne, entre autres, les incertitudes qui demeurent dues à la variabilité des caractéristiques des biochars pouvant être produits.

Le saviez-vous ?

Dans le cadre d'un enregistrement d'un biochar auprès de l'ACIA, aucune analyse ou démonstration d'efficacité ne vient garantir l'effet du biochar sur les cultures. Cette démonstration reste la responsabilité du producteur et au distributeur de biochar pour conquérir le marché.

Figure 2 : Origine de la variabilité des propriétés des biochars



FINALITÉS ET LIMITES DES MARCHÉS DES BIOCHARS

Une filière de production complexe avec une panoplie de produits finis

Comme il a été constaté en Italie, au Québec comme à l'international, la volonté de développer la filière de la pyrolyse et de la production de biochar reflète la nécessité de valoriser des résidus autrement inutiles, encombrants ou nuisibles. En plus, la politique québécoise de gestion des matières résiduelles portant sur le bannissement de la matière organique putrescible des lieux d'élimination entrera en vigueur en 2020. Cette politique interdira l'enfouissement et l'incinération des MOR et tend donc à accélérer cette volonté de valorisation par transformation thermochimique des MOR.

Toutefois, la production de biochar demeure extrêmement complexe puisqu'il existe une panoplie de MOR, de technologies et de traitements post-pyrolyse pouvant modifier les propriétés du produit fini. En résulte une très grande diversité de biochars, présentant des propriétés physico-bio-chimiques différentes, désirables ou non pour le marché de valorisation ciblé (Figure 2).



Figure 3 : Différents biochars et particules de biochar pris dans le système racinaire d'un rhizome de bleuet nain

Limites au développement des filières, une chaine de production inversée

Actuellement, dans les filières de production de biochar, c'est la matière première et les procédés de production qui définissent le produit et non le marché de consommation. En résulte une panoplie de produits finis aux caractéristiques variables que l'on tente d'incorporer dans des marchés potentiels. Cependant, tous les biochars ne peuvent être destinés aux mêmes utilisations et **cela devrait être l'utilisation finale qui détermine le mode de production (MOR, méthodes de pyrolyse, traitements post-pyrolyse)**. Aucune charte spécifique de production et de caractérisation n'existant actuellement, des recherches spécifiques à chaque voie de valorisation doivent encore être menées afin de mieux définir les biochars produits pour les marchés potentiels.

Enfin, en Amérique du Nord, et au Québec plus particulièrement, les volumes de MOR sont importants et la capacité de production est grande via l'implantation d'industries ayant la capacité de traiter un grand volume. Ici, la production de biochar connait donc un essor dans des marchés capables d'absorber ces importants volumes, tels que ceux de l'énergie ou encore de l'agriculture, de l'horticulture et de l'environnement. De plus, comme vu précédemment, les cadres légaux et normatifs de ces marchés se dessinent tranquillement, imposant petit à petit les propriétés et les caractéristiques indispensables à l'exploitation des biochars produits dans ces marchés et modifiant les filières de production.

Au Québec, la filière de production des biochars à finalité agricole se modifie, passant d'une filière de valorisation des MOR vers celle de développement de nouveaux bioproduits.

L'ESSOR DES BIOCHARS AGRICOLES

Comme vu précédemment, les volumes et le cadre légal favorisent le développement de cette filière. Néanmoins, les caractérisations exigées à ce jour demeurent insuffisantes pour assurer des biochars de qualité, qui soient efficaces en agriculture et versatiles. En effet la variabilité des propriétés des biochars est extrêmement importante et tous les biochars ne peuvent être utilisés pour l'ensemble des problématiques à résoudre dans ces domaines. Par exemple, un biochar présentant une granulométrie trop fine ne sera pas facilement applicable au champ et sera non recommandé pour les cultures en pot puisqu'il sera lessivé facilement lors des arrosages. L'utilisation d'un biochar ayant un pH trop élevé sera limitante pour le développement de nouveaux substrats horticoles, l'augmentation de pH des substrats de culture pouvant nuire au développement des plantes.

Tableau III : Exemples de quelques propriétés recherchées pour un biochar en fonction de problématiques ciblées

Problématique ciblée	Propriétés du biochar recherchées
Compaction, problème de drainage	Granulométrie grossière, faible densité et porosité élevée
Faible taux de carbone et séquestration de carbone	Teneur élevée en carbone
Sol acide	pH et pH tampon fonction du pH ciblé
Diminution des intrants chimiques ou limitation du lessivage	Bonne capacité de rétention
Sol sec	Bonne capacité de rétention en eau, porosité élevée
Remplacement de composants dans les substrats (ex.: tourbe, perlite, vermiculite)	Granulométrie grossière, densité faible, porosité élevée
Amendement fertilisant	Contenu en élément échangeable, pH
Filtration eau	Surface spécifique élevée, granulométrie



TENDANCES ET INNOVATIONS DANS LE DOMAINE DU BIOCHAR

Dans les dernières années, les recherches sur les biochars à vocation agricole, horticole et environnementale ont porté principalement sur 4 grandes thématiques générales qui sont l'amélioration de l'environnement, l'amélioration de la santé globale des sols, la croissance des plantes et, plus récemment, sur le développement de biochar vivant, c'est-à-dire amendé ou inoculé par des microorganismes. Chez Biopterre, nous travaillons non seulement sur ces 4 aspects en collaboration avec diverses entreprises, mais aussi sur le cadre législatif et la caractérisation des biochars afin de pouvoir mieux supporter l'ensemble de la filière (Figure 4).

Dernièrement, nos recherches nous ont permis de valider qu'il était possible de :

1) diminuer les fertilisants dans les cultures en pot sans nuire à la croissance des plantes;
2) diminuer les émissions de protoxyde d'azote (N_2O), un gaz à effet de serre d'importance en agriculture, en condition de saturation élevée du sol lorsque celui-ci est amendé avec du biochar;
3) substituer des composants des terreaux (tourbe et perlite horticole) par des biochars sans nuire à la croissance des plantes visant ainsi à diminuer les impacts environnementaux des processus de fabrication des substrats horticoles par l'exploitation de nos ressources naturelles;
4) inoculer du biochar avec des microorganismes utiles à la croissance et aux défenses naturelles de plantes.

Définitivement, la recherche sur les caractéristiques et propriétés physico-bio-chimiques idéales des biochars et leurs impacts sur les productions végétales demeure le cœur de ces projets.

Le récent engouement industriel et les résultats préliminaires obtenus dans le cadre du développement de biochars vivants nous portent à croire que cette tendance prendra de l'importance à court terme sur les marchés agricoles et horticoles.

Enfin, pour concrétiser le développement de ces nouveaux bioproduits à valeur ajoutée, reste à définir les caractéristiques indispensables pour assurer une bonne interaction entre les biochars et les microorganismes ciblés.

Figure 3 : Tendances et innovations en biochars agricoles, horticoles et environnementaux avec des exemples plus spécifiques de projets de recherche associés



RÉFÉRENCES CONSULTÉES

ACIA (2016). Site Internet : http://inspection.gc.ca/plants/fertilizers/registration-requirements/submitting-applications-for-registration-under-the/eng/1453436386261/1453436560797?chap=5 (consulté en avril 2018).

ACIA (2018). Site Internet : http://inspection.gc.ca/active/scripts/database/fereng_submit.asp?lang=f&CName=all&TCategory=1 (consulté en avril 2018).

Allaire, S., Lange, S.F. (2013). *Le biochar dans les milieux poreux : une solution miracle en environnement?* Vecteur environnement 46 (4) : 58-67.

Biochar-US (2018). Site Internet : http://biochar-us.org/news/usbi-biochar-2018 consulté en avril 2018.

Cáceres, L.A., McGarvey, B.D., Briens, C., Berruti, F., Yeung, K.K.C., Scott, I.M. (2015). *Insecticidal properties of pyrolysis bio-oil from greenhouse tomato residue biomass*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 112, 333-340.

EBC (2012). *European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar*. European Biochar Foundation (EBC), Arbaz, Switzerland. http://www.europeanbiochar.org/en/download. Version 6.3E of 14th August 2017, DOI: 10.13140/RG.2.1.4658.7043.

Frenkel, O., Jaiswal, A.K., Elad, Y., Lew, B., Kammann, C., Graber, E.R. (2017). *The effect of biochar on plant diseases: what should we learn while designing biochar substrates?* Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 25(2), 105-113.

Gasior, D., Tic, W.J. (2017). *Application of the Biochar-Based Technologies as the Way of Realization of the Sustainable Development Strategy*.

Gazette officielle du Québec (2018). *Règlement sur les matières résiduelles fertilisantes*. 14 février 2018, 150[e] année, n[o] 7.

IBI (2012). *Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar*. International Biochar. Initiative. IBI-STD-2.0. 60 p.

ISO (2016). *Normes ISO/TS 17225-8:2016 : Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 8: Graded thermally treated and densified biomass fuels*. 18 p.

Kan, T., Strezov, V., Evans, T.J. (2016). *Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57, 1126-1140.

Kolton, M., Graber, E.R., Tsehansky, L., Elad, Y., Cytryn, E. (2017). *Biochar-stimulated plant performance is strongly linked to microbial diversity and metabolic potential in the rhizosphere*. New Phytologist, 213(3), 1393-1404.

Lange, S.F., Allaire, S.E., Charles A., Auclair, I., Bajzak C.E. (2018). *Propriétés physicochimiques de 43 biochars*. CRMR-2018-SA1. Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Université Laval et GECA Environnement, Québec (Québec) Canada, 60 p. DOI : 10.13140/RG.2.2.25450.41924.

Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.). (2015). *Biochar for environmental management: science, technology and implementation*. Routledge.

MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs), 2012. *Bannissement des matières organiques de l'élimination au Québec : état des lieux et prospectives*. Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, Service des matières résiduelles, ISBN 978-2-550-64215-2, 76 p.

Proskurina, S., Heinimö, J., Schipfer, F., Vakkilainen, E. (2017). *Biomass for industrial applications: The role of torrefaction*. Renewable Energy, 111, 265-274.

Tiilikkala, K., Fagernäs, L., Tiilikkala, J. (2010). *History and Use of Wood Pyrolysis Liquids as Biocide and Plant Protection Product History and Use of Wood Pyrolysis Liquids as Biocide and Plant Protection Product*. The Open Agriculture Journal, 4(1).



Partenaires

Partenaire OR



Partenaire ARGENT



Partenaires BRONZE

















Personne-ressource
Sébastien Lange, Ph. D., Chercheur
sebastien.lange@biopterre.com

Biopterre – Centre de développement des bioproduits
1642, rue de la Ferme
Sainte-Anne-de-la-Pocatière (Québec) G0R 1Z0
Tél. : 418 856-5917, poste 219 | Cell.: 418 932-4272
Téléc. : 418 856-6405 | **www.biopterre.com**